

Opponensi vélemény

Szilágyi Edit

Az ionsugaras analitika néhány alkalmazása az anyagtudományban

című akadémiai doktori értekezéséről

Szilágyi Edit értekezésében egy új, korszerű kutatási területen elért eredményeit mutatja be. Az olyan félvezető anyagok keresése és azok tulajdonságainak vizsgálata, melyek magasabb hőmérsékleten és intenzív sugárzási háttérben is lehetővé teszik a belőlük készült elektronikai eszközök működését, igen fontosak a gyakorlati alkalmazások szempontjából. A jelölt 108 oldalon foglalja össze eredményeit, amelyet az értekezésben használt jelölések magyarázata és 154 hivatkozásból álló jegyzék követ. Munkáját több részre tagolja. A különböző fejezetek elején és végén bevezetés és összefoglalás segíti az olvasót a jobb megértésben.

Az irodalmi áttekintésben ismerteti a SiC tulajdonságait, a szilícium oxidációjának kinetikai modelljét, valamint az ionsugaras analitika néhány módszerét. Részletesen leírja a különböző módszerek alapjait és alkalmazásukat, amelyeket több jól áttekinthető ábrával egészít ki. A témában nem járatos olvasó kissé elvész a módszerek sokaságában és a rövidítésekben. Talán célszerű lett volna egy összefoglaló táblázat készítése a jobb eligazodás érdekében. Röviden a SIMS módszer is bemutatja. A teljesség kedvéért az SNMS (Secondary Neutral Mass Spectroscopy) módszer is meg lehetett volna említeni, amelynek számos előnyös tulajdonsága van.

A második fejezetben a jelölt a kísérleti berendezéseket tekinti át. Részletesen ismerteti az oxidáló kamrákat és a Si valamint a SiC oxidálásának menetét. Bemutatja a RMKI Nehézion-kaskádgenerátorát és Van de Graaff gyorsítóját, valamint a hozzájuk csatlakozó szórókamrákat. A mérések során a szórókamrákban $6-7 \times 10^{-5}$ Pa nyomású vákuum volt. A leírás szerint nagyméretű réz felületeket helyeztek el, amelyeket cseppfolyós nitrogénnel hűtöttek annak érdekében, hogy minél kevesebb szénhidrogén rakódjon le a minta felületére. Ilyen vákuum értéknél másodpercenként kb. egy réteg szén rakódik ki a minta felületére. **Kérdés:** Ellenőrizték a maradék vákuum összetételét, ill. a lerakódott szénréteg mennyiségét? Mennyire befolyásolta ez a méréseket?

A harmadik fejezet, alfejezetekre bontva, az elért eredményeket ismerteti. Ezek felépítése a tézispontokat követi. Az **első két tézispontban** a kandidátusi értekezésében leírt kiértékelő

program továbbfejlesztése során elért eredményeket mutatja be. Új eredménynek fogadom el a többszörös szórásból származó járulék figyelembe vételét és annak beépítését a kiértékelő programba. Hasonlóan új eredménynek fogadom, hogy a detektálási technikák közé beépítette a mágneses spektrográfot is azzal, hogy figyelembe vette a kinematikai korrekciót. **Kérdésem:** *Említi (48,60 oldal), hogy szimmetrikus függvényalakot használtak az úthossz fluktuációk eloszlásánál, amely az egyik jelentős hibaforrás. Mennyire befolyásolja ez a kiértékelés hibáját?*

A **3-5 tézispontban** a SiO oxidációjával kapcsolatos eredményeket mutatja be. Az oxidáció jobb kimutathatóságának érdekében dúsított ^{18}O izotópot használt, amelynek $^{18}\text{O}(p,\alpha)^{15}\text{N}$ magreakció 151 keV-nél fellépő rezonanciáját használta a mélységeloszlás meghatározására. Kimutatta, hogy a tiszta szilíciumhoz képest sokkal vékonyabb réteg képződik a SiC esetében. Megmutatta, hogy a módosított Deal-Grove-moddal sikeresen le lehetett írni a SiC oxidáció kinetikájának mind az idő-, mind nyomásfüggését. A tézispontokban leírtakat új eredménynek fogadom el.

Megjegyzései, kérdéseim: *Talán ki lehetett volna egészíteni a vizsgálatokat SIMS/SNMS-el történt mérésekkel a rétegszerkezet pontosabb megismerésére. Itt újra felmerül a korábbi kérdésem, hogy az oxidációkor milyen egyéb gázok voltak jelen, vagyis az oxigén beeresztése előtt mennyi volt a nyomás a kamrában és mi volt a maradék gázok összetétele? Úgy gondolom, hogy ez fontos a felület állapotának szempontjából.*

A **6. tézispontban** a hexagonális kristályszerkezetű anyagok csatornahatással kombinált ionsugaras analitikai vizsgálata során elért eredményeket mutatja be. A mérések során a rezonancia módszerrel segítségével kis hibakonzentrációkat is ki tudott mutatni. Megmutatta, hogy a LiNbO_3 –ban a szennyező Co pontosan a Li helyére ül be. Zafírba implantált Co esetében úgy találta, hogy a Co köbös spinell fázisú zárványokban helyezkedik el. A fentieket új eredménynek ismerem el. **Kérdésem:** *A LiNbO_3 minta szigetelő anyag, ezért a töltött részecskékkel történő besugárzás során töltődhet és ezért szikrázhat, ami zavarja a méréseket. Ennek elkerülésére nagyon kis ion áramot használtak. A feltöltődést egy kis elektronágyúval (flood gun) is lehetett volna kompenzálni és akkor nagyobb áramot használni. mi a véleménye?*

Összefoglalva az értekezés jól tagolt, könnyen olvasható. Az alkalmazott módszereket és technikákat valamint az elért eredményeket részletesen ismerteti, úgy hogy a témában járatlan olvasó is meg tudja érteni. Az értekezésben világosan elkülöníti egyéni munkáját a csoportban

végzettektől. Számomra, aki nem ismerős az ionsugaras analitika területén, furcsa volt, hogy a tézisekben szereplő 16 közleményből 12 egy viszonylag alacsony impakttal (1,0-1,2) rendelkező folyóiratban a Nucl. Instrum. Meth. B-ben jelentek meg, három pedig konferencia absztraktnak tűnik. Az értekezést olvasva, a jelölt által hivatkozott cikkek nagy része is a NIM B-ben jelentek meg. Ezért arra kell gondolnom, hogy a fenti területen elért eredményeket itt szokták közölni. *Kérem, hogy erősítse meg az elgondolásomat.*

Az értekezés és a tézisek alapján bizonyítottnak látom, hogy Szilágyi Edit a kandidátusi fokozat megszerzése óta jelentős, eredeti tudományos eredményeket ért el. Ennek alapján az értekezés vitára bocsátását és sikeres védelem esetén a doktori cím odaítélését javaslom.

Debrecen, 2010. szeptember 22.

Dr. Kövér Ákos
MTA doktora